

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10/091586  
U.S.P.T.O.  
JC996  
03/07/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application: 2001年11月 5日

出願番号  
Application Number: 特願2001-339846

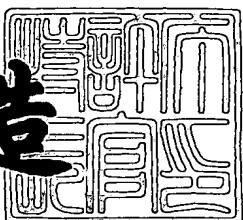
[ ST.10/C ]: [ J P 2001-339846 ]

出願人  
Applicant(s): 日本発条株式会社

2002年 1月 25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3001848

【書類名】 特許願

【整理番号】 C5910A

【提出日】 平成13年11月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B60G 21/055

B21D 53/86

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 小山 博

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 田松 孝一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 菅原 正人

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 梅野 純

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 町田 浩

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 斎屋 博司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 木村 文昭

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 辻 泰昭

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 勝矢 晃弘

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発条株式会社内

【氏名】 仲村 崇広

【特許出願人】

【識別番号】 000004640

【氏名又は名称】 日本発条株式会社

【代表者】 佐々木 謙二

【代理人】

【識別番号】 100096884

【弁理士】

【氏名又は名称】 未成 幹生

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 64906

【出願日】 平成13年 3月 8日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053545

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814959

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 中空スタビライザおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に冷間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴とする中空スタビライザの製造方法。

【請求項2】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に熱間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴とする中空スタビライザの製造方法。

【請求項3】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にした材料を曲げ成形されてなり、肉厚比が18~35%であるとともに外面部にショットピーニングがなされていることを特徴とする中空スタビライザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、自動車等の車両に使用される中空スタビライザの製造方法に係り、特に、耐久性を可及的に高める技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年では、ほとんどの自動車にはロール剛性を高めるためにスタビライザが装着されており、このスタビライザには、丸棒を材料とする中実スタビライザと、軽量化を目的としてパイプを材料とした中空スタビライザとがある。スタビライ

ザでは、自動車に必要なロール剛性を得るために各車種毎にバネ定数が設定され、そのために中実スタビライザでは線径が選定される。自動車の軽量化のために中実スタビライザを中空スタビライザに設計変更する場合には、ロール剛性を維持するために中空スタビライザの外径は必然的に中実スタビライザの線径よりも大きくなる。その結果、中空スタビライザでは、中実スタビライザに負荷される荷重と同じ荷重が負荷された場合に、発生する応力は中空スタビライザの方が大きい。この応力の増加率は、パイプである鋼管の肉厚比（肉厚 $t$ ／外径 $D$ ）と中空スタビライザに求められる軽量化率に依存する。

#### 【0003】

したがって、中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更を可能とするには、材料としての最適な鋼管の選定、熱処理の実施、曲げ加工方法の工夫による曲げ部の扁平化等のダメージの軽減、および外面へのショットピーニングの実施による耐久性の向上などを図る必要がある。

#### 【0004】

図6に従来の中空スタビライザの一般的な製造方法のフローを示す。中空スタビライザの材料としては廉価な電縫管が用いられ、所定長さに切断された電縫管はスタビライザ形状に曲げ成形される。この曲げ成形には、NCベンダー等が用いられ、NCベンダーでは、曲げたときの材料の扁平化を抑制するために、曲げロールとこの曲げロールの外周に沿って移動する曲げ駒とで電縫管の外周を拘束しながら曲げる。次いで、曲げ成形された成形品には、加熱、焼入れおよび焼戻しからなる熱処理が施され、ショットピーニングが施された後に塗装されて中空スタビライザとされる。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

中空スタビライザの材料は、その殆どが肉厚比（ $t/D$ ）が10～17%の薄肉の電縫管であり、しかも、その電縫管の内周面には溶接時に形成されるビードが欠陥として残っている。したがって、このような電縫管を材料とする中空スタビライザへの設計変更を可能にするためには、熱処理の実施、曲げ加工方法の工夫による曲げ部の扁平化等のダメージの軽減、ビード位置検出と制御、およびシ

ショットピーニングの実施などが必須の検討事項となる。さらに、材料面については、厚肉の電縫管を採用して外径を中実スタビライザの外径に少しでも近付けて応力を軽減する必要がある。そして、そのような製造工程と材料面での工夫が中空スタビライザへの設計変更として実現するには、現在用いられている中実スタビライザの耐久性が、ユーザが要求する耐久性に対してどの程度余裕をもって満足しているかが重要となる。

## 【0006】

また、ショットピーニングにより外面部の疲労寿命向上がなされた結果、一般にはショットピーニングが行われない中空スタビライザの内面部は、発生応力が外側よりも小さいにも拘わらず最も疲労強度の低い部位になることがある。従来の中空スタビライザの肉厚比は一般には15%程度であるため、外面部と内面部との応力の差が小さい。その結果、ショットピーニングにより疲労破壊の起点が外面部から内面部に移ってしまうことが多い。したがって、外面部にショットピーニングを行うことの効果を半減させないために、内面部が疲労破壊の起点となるような設計が望まれている。

## 【0007】

さらに、中空スタビライザは汎用性のあるNCベンダーで冷間において曲げ加工されるのが一般的であるが、曲げた部分での材料の扁平化が疲労強度を低下させる原因となっている。加えて、生産タクトを向上させるために、加熱した電縫管を総曲げ型を用いて各加工部位を一括して曲げ成形する要請があるが、そのような加工は材料の扁平化が著しく殆ど不可能というのが現状である。

## 【0008】

ここで、肉厚の電縫管を用いた中空スタビライザの製造方法としては、薄肉かつ大径の電縫管を冷間で引抜加工して肉厚比を18~20%とし、成形後に熱処理およびショットピーニングを施す技術が知られている。しかしながら、この技術では、引抜加工を実施するために製造コストが割高になるという問題がある。

## 【0009】

また、特開2000-233625号公報には、大径の電縫管を熱間で肉厚比0.2未満まで縮管して素管とし、この素管を冷間で引抜加工して肉厚比を0.

2~0.27とし、成形後に歪取り焼鈍とショットピーニングとを施す製造方法が記載されている。しかしながら、この製造方法においても引抜加工を実施するために製造コストが割高になり、また、冷間引抜能力の限界から最大板厚が制限されて設計の選択範囲が狭いという問題がある。

#### 【0010】

本発明は、所望の肉厚を安価な製造工程で得て求められる耐久性を得ることができ、したがって、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応することができる中空スタビライザの製造方法を提供することを目的としている。また、本発明は、疲労破壊を極力外面部で生じさせることができ、外面部へのショットピーニングの効果を充分に発揮することができる中空スタビライザを提供することを目的としている。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の中空スタビライザの製造方法は、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に冷間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴としている。

#### 【0012】

上記製造方法にあっては、電縫管を変形抵抗の小さい熱間または温間の温度範囲で縮管するから、炭素濃度が高く焼入れ性の良い材料であっても、肉厚比の大きな厚肉管を容易に得ることができる。ここで、熱間とはA<sub>3</sub>変態点以上の温度範囲を言い、温間とはA<sub>3</sub>変態点以下の温度範囲を言う。また、縮管は、例えば多段ロール圧延によって行うことができるが、熱間または温間で縮管可能であればその手段は問わない。

#### 【0013】

薄肉電縫管の中空スタビライザでは、ショットピーニングにより外面部の強度向上は可能であるが、内面部にはビード等の欠陥があり、しかも内面のショット

ピーニングは製造コストが割高になることからあまり実施されない。このため、前述のように、耐久試験においては、内面部の方が外面よりも応力が低いにも拘わらず内面部が折損の起点となる場合が多くある。

## 【0014】

この点、本発明においては、縮管工程において肉厚比を18~35%にするから、内径をかなり小さくすることができる。これにより、内面部での応力が充分に軽減され、内面部に起因する寿命の低下を抑制することができる。また、本発明では、スタビライザ半製品にショットピーニングを行うので、内面部の疲労強度向上と相俟って耐久性を大幅に向上させることができる。したがって、求められる耐久性を得ることができ、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応することができる。なお、電縫管の製造では外周のビードカットは通常に行われるが、内周のビードカットも可能である。よって、求められる仕様によっては内周ビードの無い電縫管を用いることも考えられる。

## 【0015】

上記製造方法では、電縫管をスタビライザ形状に成形する成形工程を冷間で行う。この冷間成形には、ほぼ任意の形状に成形可能なNCベンダーを用いると汎用性があり、また、肉厚比が18%以上であるため、材料の扁平化を抑制できるという利点もある。材料の扁平化を確実に防止するためには、縮管後の肉厚比は20%以上が望ましく、25%以上さらには27%を上回ると一層好適である。

## 【0016】

一方、成形タクトの短縮が要求される場合には、中実スタビライザのように、加熱した電縫管を総曲げ型を用いて各加工部位を一括して曲げ成形することも検討すべきである。この場合、肉厚比が18%以上の電縫管を用いれば、総曲げ型を用いて一括曲げ成形してもあまり扁平化は生じないため、熱間での一括曲げを行うことができる。この場合においても、熱間での一括曲げ形成において確実に扁平化を防止するためには、縮管後の肉厚比を20%以上にすることが望ましく、25%以上、さらには27%を上回ると一層好適である。

## 【0017】

また、肉厚比が18%未満であっても、曲げ成形時の扁平形状が耐久性の上で問題とならない場合には、中実スタビライザと同じ成形方法を用いることができる。冷間での成形を行うか、熱間で総曲げ型を用いた成形を行うかは、生産数量が少なく専用の総曲げ型を準備するよりも多少タクトが遅くてもコスト的に有利なケースと、生産数量が多いために総曲げ型の費用の影響が少なく、加工タクトが速い方がコスト的に有利なケースとが考えられ、ケースバイケースでコスト的に有利な方法を選択することができる。

## 【0018】

以上により、本発明の他の中空スタビライザの製造方法は、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に熱間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴としている。

## 【0019】

ここで、縮管後の肉厚比を35%以下としているのは、35%を上回る肉厚比の中空スタビライザーでは殆ど軽量化にならないからである。この点に鑑みると、縮管後の肉厚比は30%以下が望ましく、この場合には20%以上の軽量化を達成することができる。また、本発明における熱処理は、焼入れおよび焼戻しが一般的であるが、そのような熱処理を行わずに加工後の歪取り焼鈍を行うこともできる。

## 【0020】

次に、本発明者等は、中空スタビライザの肉厚比と外面部へのショットピーニングとの関係を調査した。前述のとおり、外面部にショットピーニングを施すと、外面部よりも応力の低い内面部で疲労破壊が生じことがある。発明者等は、疲労破壊と肉厚比との関係を定量的に解析した結果、肉厚比が18%以上であれば、ショットピーニングを施した中空スタビライザにおいて外面部で疲労破壊が生じる傾向が強くなることを見い出した。

## 【0021】

本発明の中空スタビライザは、上記知見に基づいてなされたもので、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にした材料を曲げ成形され、肉厚比が18~35%とされるとともに外面部にショットピーニングがなされていることを特徴としている。

## 【0022】

上記中空スタビライザでは、外面部にショットピーニングが施されているために外面部での疲労強度が向上するとともに、肉厚比が18%以上であるため、内面部の疲労強度が向上し、外面部で疲労破壊が生じ易くなる。したがって、外面部にショットピーニングを施す効果がいかんなく發揮される。なお、前述した理由により、肉厚比は30%以下であることが望ましい。また、肉厚比は、20%以上が望ましく、25%以上さらには27%を上回ると一層好適である。

## 【0023】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図1および図2を参照して説明する。図1は、実施形態の中空スタビライザの製造方法を示すフローである。この製造方法では、先ず、製造する中空スタビライザの外径よりも大径の電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管し、その肉厚比( $t/D$ )を18~35%とする(S1)。次いで、所定長さに切断された電縫管を冷間加工によりスタビライザ形状に成形する(S2)。なお、この成形には例えばNCベンダーを用いることができる。また、成形の前または後に、端末にプレス成形を行う。

## 【0024】

次に、成形されたスタビライザ半製品を加熱し、それを焼入れ槽に投入して焼入れを行う(S3)。焼入れ加熱には、スタビライザ半製品の両端部を電極でクランプして通電する電気抵抗加熱が半製品の変形が少なく、また、設備費も廉価なため好適である。ただし、加熱炉による雰囲気加熱を行うことも可能である。また、焼入れ剤としては、材料の炭素濃度が高い場合には焼入れ油を用いるが、炭素濃度が低い場合には水を用い、場合によっては塩水を用いることもある。水または塩水を用いて焼入れを行う場合には、スタビライザ半製品が水蒸気に包まれて冷却速度が低下するので、これを焼入れ槽中で動かして水蒸気を切るのが望

ましい。

### 【0025】

次いで、スタビライザ半製品に焼戻しを行い（S4）、主としてその肩部にショットピーニングを行った後に（S5）、塗装を行って中空スタビライザとする（S6）。以上は電縫管を冷間で成形する場合の工程であるが、熱間で成形する場合には図1の右側の工程を行う。

### 【0026】

中実スタビライザの成形では、加熱した材料の各加工部位を総曲げ型を用いて一括して曲げ成形することが行われ、この成形方法を中空スタビライザの成形に適用することができる。したがって、この成形方法を採用する場合には、先ず電縫管を加熱し（S2'）、この電縫管を総曲げ型で曲げ成形した後、焼入れ槽に投入して焼入れする（S3'）。

### 【0027】

図2は上記のようにして製造された中空スタビライザ11に必要な部品を装着した車両用スタビライザ装置10を示す斜視図である。中空スタビライザ11は、アーム部13、14と、それらの間を連結するトーション部15とを備えている。トーション部15には、車両の車体に取り付けるためのブッシュ21が装着されている。また、アーム部13、14の先端部には、車両のホイール側に支持されるスタビライザコントロールリンク12がスタッド33によって取り付けられている。そして、中空スタビライザ11の肉厚比（t/D）は18～35%に設定されている。なお、上記車両用スタビライザ装置は、アーム部13、14を車体に、トーション部15をホイール側に取り付けることもできる。

### 【0028】

#### 【実施例】

#### 【実施例1】

次に、具体的な製造例を示して本発明をさらに詳細に説明する。表1に線径27mmの中実スタビライザと、この中実スタビライザとほぼ同等のバネ定数を有する中空スタビライザの各諸元を示す。なお、各スタビライザは、熱処理、ショットピーニングおよび塗装が施されたものである。また、各スタビライザに同じ

ストロークの変形を与えたときの主応力を表1に併記するとともに、それらの値を図3に示す。

## 【0029】

【表1】

NO.	材料サイズ	肉厚比t/D %	ばね定数 N/mm	外面部主応力 MPa	内面部主応力 MPa
1	中実φ27	—	25.1	365	—
2	φ30.0×t3.5	11.7%	24.9	591	458
3	φ28.6×t4.7	16.4%	24.8	499	339
4	φ28.0×t5.5	19.6%	25.2	475	304
5	φ27.2×t7.5	27.6%	25.1	430	229

## 【0030】

試料No. 2は肉厚比が11.7%の薄肉管であり、試料No. 5は肉厚比が27.6%の厚肉管である。薄肉管では、厚肉管に対して内面部主応力が100%大きく、外面部主応力は37.4%大きくなっている。したがって、薄肉管は、厚肉管に比べて耐久性がかなり劣ることが予想される。換言すると、耐久試験では、折損の起点が内面で生じることから、厚肉管は薄肉管と比較して耐久性が大幅に向ふことが推察される。

## 【0031】

次に、図4は肉厚比が11.7%の薄肉管と肉厚比が27.6%の厚肉管の耐久試験の結果を示すものである。この耐久試験では、薄肉管の中空スタビライザは全て内面部を起点として折損し、厚肉管は全て外面部を起点として折損した。また、薄肉管の中空スタビライザの耐久回数は41000～67000回であるのに対して、厚肉管の中空スタビライザの耐久回数は340000～785000回であり、薄肉管の場合のほぼ10倍の耐久回数を示している。薄肉管の中空スタビライザの内面部と厚肉管の中空スタビライザの外面部の応力振幅はほぼ同じである。それにも拘わらずこのような耐久回数の差が生じていることは、薄肉管および厚肉管の中空スタビライザの耐久性の傾向を証明するものと言える。そして、このことから、肉厚比が10%から30%へと増加するに従って耐久性が向上することが判る。

## 【0032】

## 【実施例2】

表2に示す外径と肉厚を有する中空スタビライザと直径25mmの中実スタビライザを各9本づつ用いて耐久試験を行った。また、疲労折損の起点が中空スタビライザの内外面部のいずれで生じたかを調査するとともに、内外面に生じる最大応力の比（内面応力／外面応力）を調査し、それらの結果を表2に併記した。さらに、中実スタビライザの疲労寿命（回）に対する中空スタビライザの疲労寿命の比と質量比を算出し、それらの結果を表2に併記した。中空スタビライザのS-N線図を図5に示す。

## 【0033】

表2および図5に示すように、肉厚比が20%以上の中空スタビライザでは、折損起点が全て外面部にあり、また、10万回前後の疲労寿命を示した。肉厚比が19.2%の中空スタビライザでは、折損起点が内外面部に混在していたが疲労寿命は充分な値を示した。また、肉厚比が15.1%以下の中空スタビライザでは、折損起点が内面部にあり、疲労寿命は本発明のものよりも大幅に低下した。

## 【0034】

## 【表2】

材料サイズ	$\phi 25.0 \times t7.5$	$\phi 25.4 \times t6.0$	$\phi 26.0 \times t5.0$	$\phi 26.5 \times t4.0$	$\phi 27.2 \times t3.5$	$\phi 25$
t/D	30.0	23.6	19.2	15.1	12.9	—
折損起点	外表面	外表面	内外表面 混在	内表面	内表面	外表面
管内外面 の応力比	0.40	0.53	0.62	0.70	0.74	—
耐久性比	1.00	1.00	0.98 (0.55)	0.25	0.14	1.00
質量比	0.78	0.64	0.54	0.43	0.36	1.00

## 【0035】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行うので、所望

の肉厚を安価な製造工程で得て求められる耐久性を得ることができ、したがって、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応することができる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の中空スタビライザの製造方法を示すフローチャートである

【図2】 (A) は本発明の実施形態の中空スタビライザを示す斜視図であり、(B) は (A) の B-B 線断面図である。

【図3】 本発明の第1実施例における各試料に生じる応力を示す線図である

【図4】 本発明の第1実施例における耐久回数と応力振幅との関係を示す線図である。

【図5】 本発明の第2実施例における耐久回数と応力振幅との関係を示す線図である。

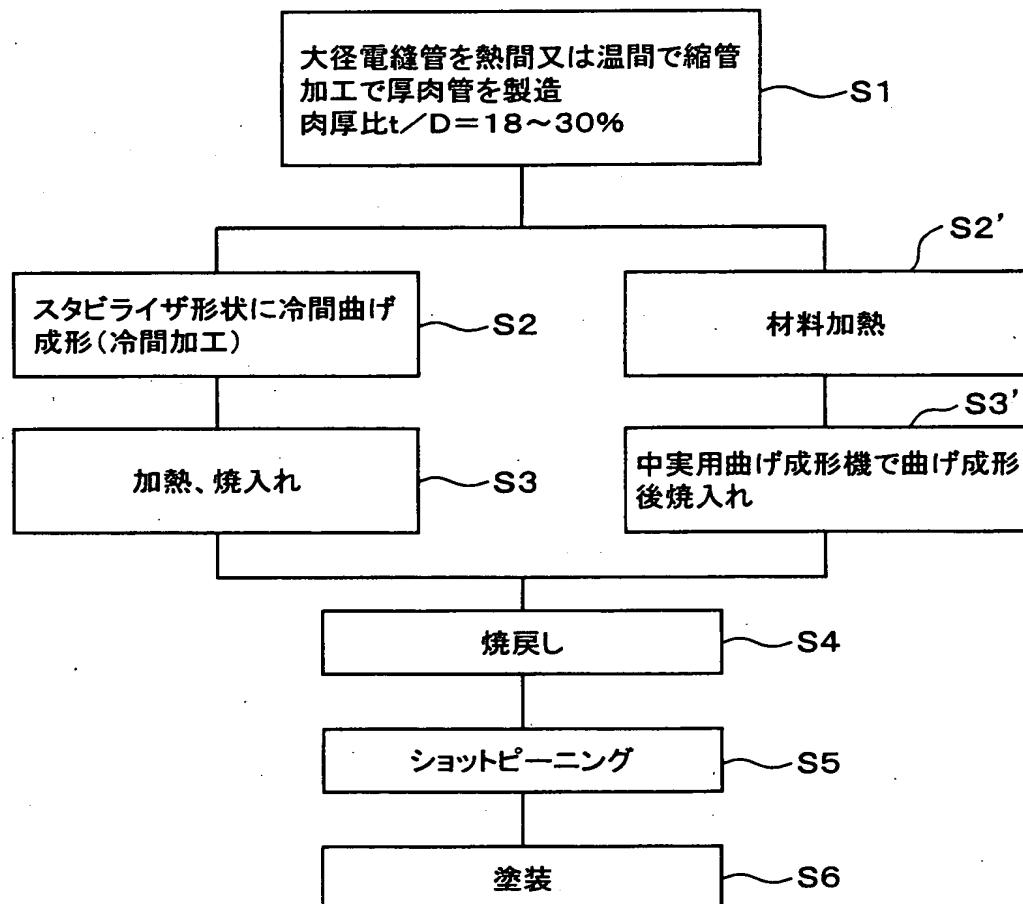
【図6】 従来の中空スタビライザの製造方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

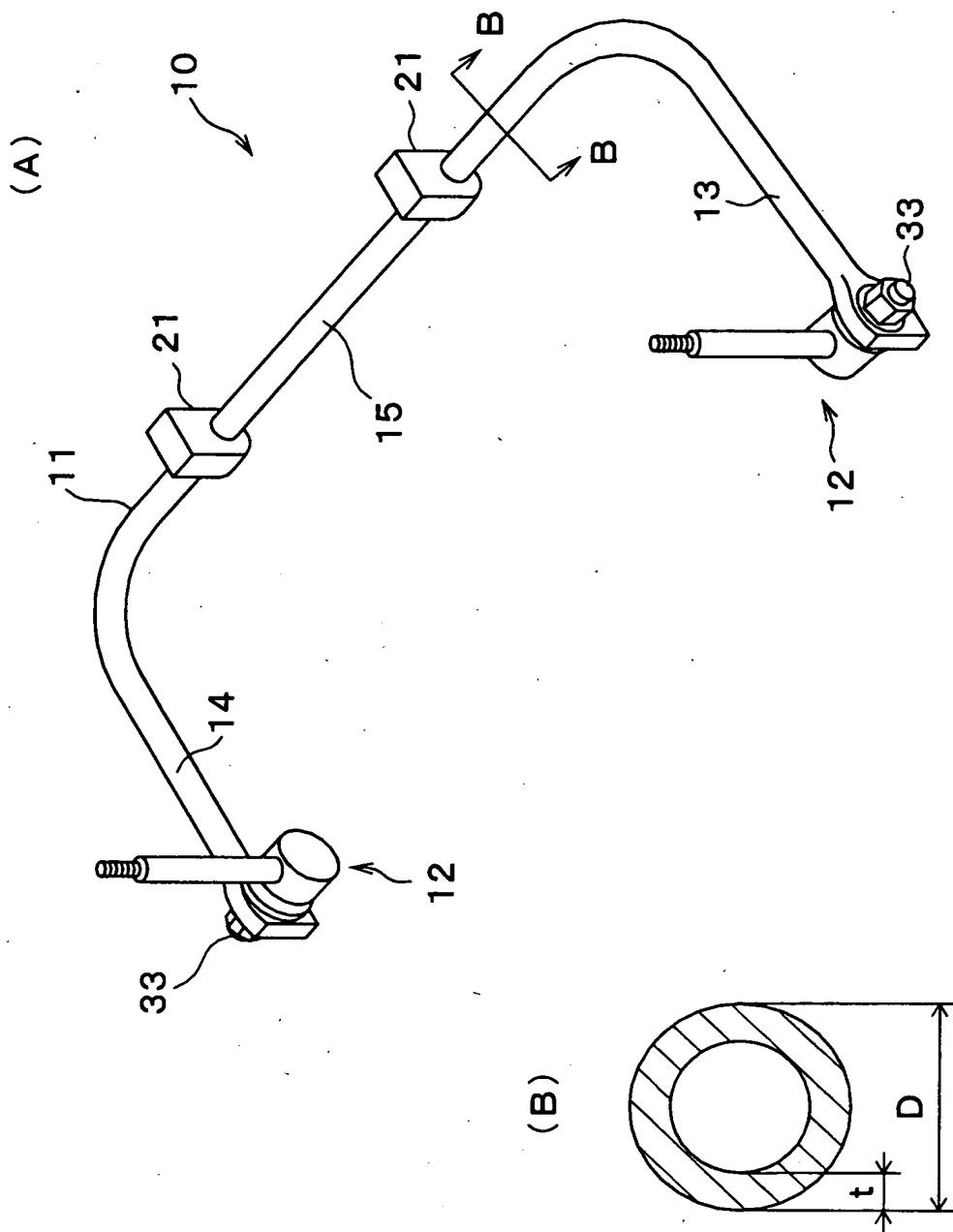
1 1 中空スタビライザ

【書類名】 図面

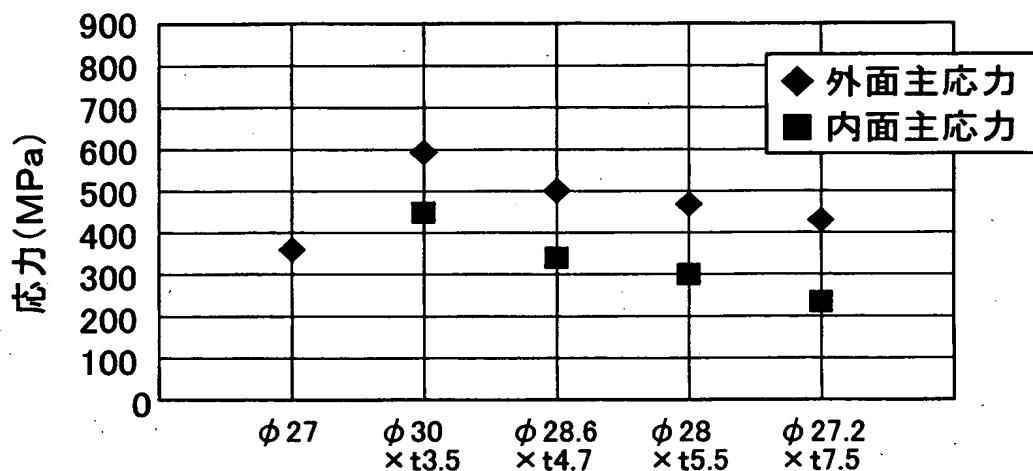
【図1】



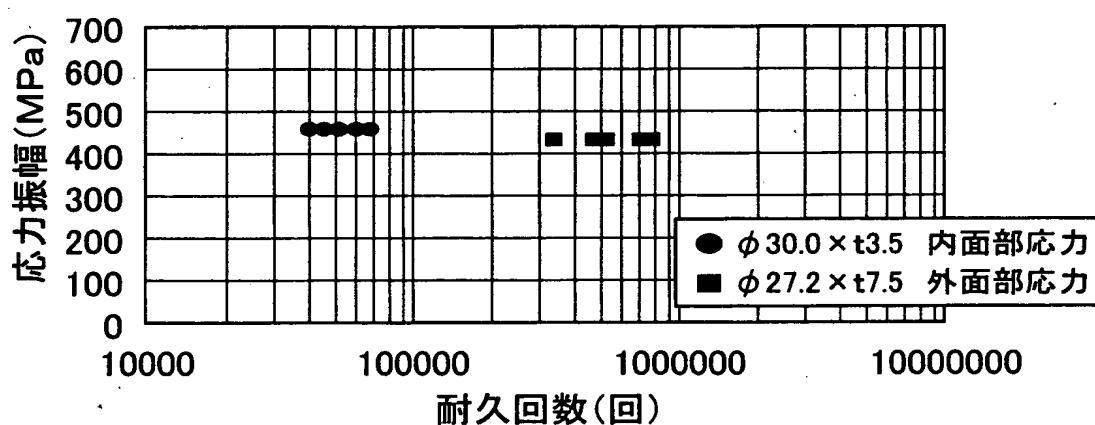
【図2】



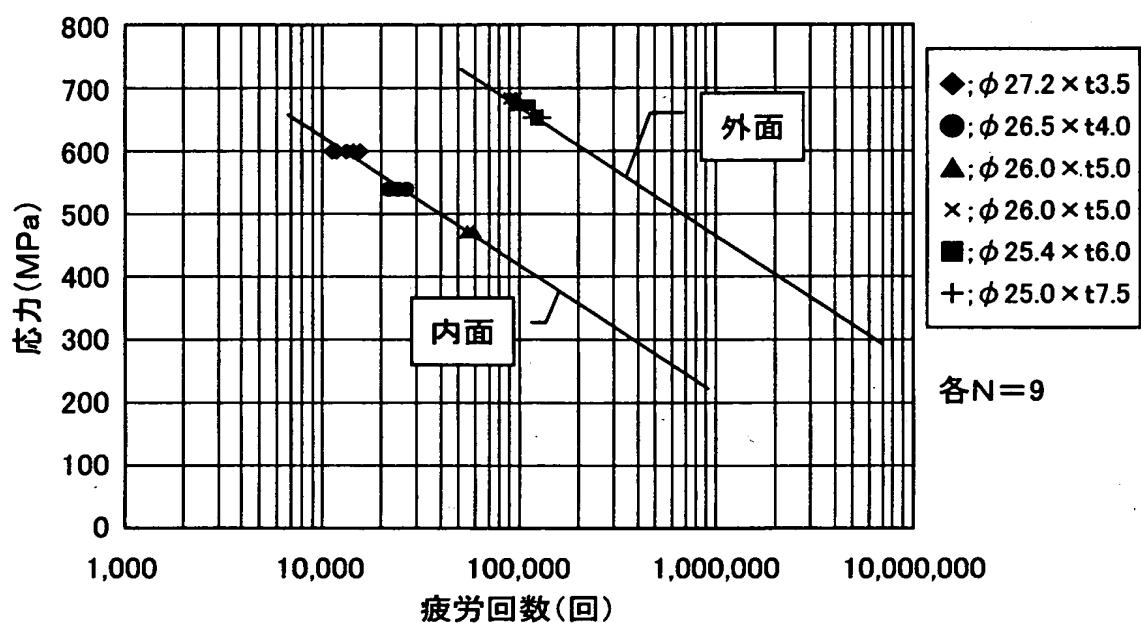
【図3】



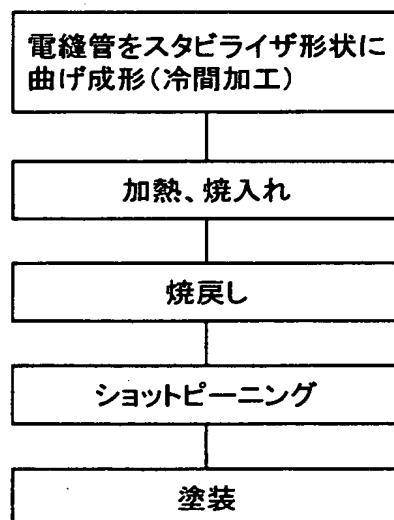
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所望の肉厚を安価な製造工程で得ることにより求められる耐久性を得ることができ、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応する。

【解決手段】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に冷間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品を焼入れ、焼戻しする熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行う。

【選択図】 図1

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成13年12月28日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2001-339846  
【補正をする者】  
【識別番号】 000004640  
【氏名又は名称】 日本発条株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100096884  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 未成 幹生  
【手続補正 1】  
【補正対象書類名】 明細書  
【補正対象項目名】 全文  
【補正方法】 変更  
【補正の内容】 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 中空スタビライザおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18～35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に冷間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴とする中空スタビライザの製造方法。

【請求項2】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18～35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に熱間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴とする中空スタビライザの製造方法。

【請求項3】 電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18～35%にした材料を曲げ成形されてなり、肉厚比が18～35%であるとともに外面部にショットピーニングがなされていることを特徴とする中空スタビライザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、自動車等の車両に使用される中空スタビライザの製造方法に係り、特に、耐久性を可及的に高める技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年では、ほとんどの自動車にはロール剛性を高めるためにスタビライザが装着されており、このスタビライザには、丸棒を材料とする中実スタビライザと、軽量化を目的としてパイプを材料とした中空スタビライザとがある。スタビライ

ザでは、自動車に必要なロール剛性を得るために各車種毎にバネ定数が設定され、そのために中実スタビライザでは線径が選定される。自動車の軽量化のために中実スタビライザを中空スタビライザに設計変更する場合には、ロール剛性を維持するために中空スタビライザの外径は必然的に中実スタビライザの線径よりも大きくなる。その結果、中空スタビライザでは、中実スタビライザに負荷される荷重と同じ荷重が負荷された場合に、発生する応力は中空スタビライザの方が大きい。この応力の増加率は、パイプである鋼管の肉厚比（肉厚  $t$  / 外径  $D$ ）と中空スタビライザに求められる軽量化率に依存する。

#### 【0003】

したがって、中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更を可能とするには、材料としての最適な鋼管の選定、熱処理の実施、曲げ加工方法の工夫による曲げ部の扁平化等のダメージの軽減、および外面へのショットピーニングの実施による耐久性の向上などを図る必要がある。

#### 【0004】

図6に従来の中空スタビライザの一般的な製造方法のフローを示す。中空スタビライザの材料としては廉価な電縫管が用いられ、所定長さに切断された電縫管はスタビライザ形状に曲げ成形される。この曲げ成形には、NCベンダー等が用いられ、NCベンダーでは、曲げたときの材料の扁平化を抑制するために、曲げロールとこの曲げロールの外周に沿って移動する曲げ駒とで電縫管の外周を拘束しながら曲げる。次いで、曲げ成形された成形品には、加熱、焼入れおよび焼戻しからなる熱処理が施され、ショットピーニングが施された後に塗装されて中空スタビライザとされる。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

中空スタビライザの材料は、その殆どが肉厚比（ $t/D$ ）が10～17%の薄肉の電縫管であり、しかも、その電縫管の内周面には溶接時に形成されるビードが欠陥として残っている。したがって、このような電縫管を材料とする中空スタビライザへの設計変更を可能にするためには、熱処理の実施、曲げ加工方法の工夫による曲げ部の扁平化等のダメージの軽減、ビード位置検出と制御、およびシ

ショットピーニングの実施などが必須の検討事項となる。さらに、材料面については、厚肉の電縫管を採用して外径を中実スタビライザの外径に少しでも近付けて応力を軽減する必要がある。そして、そのような製造工程と材料面での工夫が中空スタビライザへの設計変更として実現するには、現在用いられている中実スタビライザの耐久性が、ユーザが要求する耐久性に対してどの程度余裕をもって満足しているかが重要となる。

## 【0006】

また、ショットピーニングにより外面部の疲労寿命向上がなされた結果、一般にはショットピーニングが行われない中空スタビライザの内面部は、発生応力が外面よりも小さいにも拘わらず最も疲労強度の低い部位になることがある。従来の中空スタビライザの肉厚比は一般には15%程度であるため、外面部と内面部との応力の差が小さい。その結果、ショットピーニングにより疲労破壊の起点が外面部から内面部に移ってしまうことが多い。したがって、外面部にショットピーニングを行うことの効果を半減させないために、内面部が疲労破壊の起点とならないような設計が望まれている。

## 【0007】

さらに、中空スタビライザは汎用性のあるNCベンダーで冷間において曲げ加工されるのが一般的であるが、曲げた部分での材料の扁平化が疲労強度を低下させる原因となっている。加えて、生産タクトを向上させるために、加熱した電縫管を総曲げ型を用いて各加工部位を一括して曲げ成形する要請があるが、そのような加工は材料の扁平化が著しく殆ど不可能というのが現状である。

## 【0008】

ここで、肉厚の電縫管を用いた中空スタビライザの製造方法としては、薄肉かつ大径の電縫管を冷間で引抜加工して肉厚比を18~20%とし、成形後に熱処理およびショットピーニングを施す技術が知られている。しかしながら、この技術では、引抜加工を実施するために製造コストが割高になるという問題がある。

## 【0009】

また、特開2000-233625号公報には、大径の電縫管を熱間で肉厚比0.2未満まで縮管して素管とし、この素管を冷間で引抜加工して肉厚比を0.

2~0.27とし、成形後に歪取り焼鈍とショットピーニングとを施す製造方法が記載されている。しかしながら、この製造方法においても引抜加工を実施するために製造コストが割高になり、また、冷間引抜能力の限界から最大板厚が制限されて設計の選択範囲が狭いという問題がある。

## 【0010】

本発明は、所望の肉厚を安価な製造工程で得て求められる耐久性を得ることができ、したがって、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応することができる中空スタビライザの製造方法を提供することを目的としている。また、本発明は、疲労破壊を極力外面部で生じさせることができ、外面部へのショットピーニングの効果を充分に發揮することができる中空スタビライザを提供することを目的としている。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の中空スタビライザの製造方法は、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に冷間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴としている。

## 【0012】

上記製造方法にあっては、電縫管を変形抵抗の小さい熱間または温間の温度範囲で縮管するから、焼入れ性の良い材料であっても、肉厚比の大きな厚肉管を容易に得ることができる。ここで、熱間とはA<sub>3</sub>変態点以上の温度範囲を言い、温間とはA<sub>3</sub>変態点以下の温度範囲を言う。また、縮管は、例えば多段ロール圧延によって行うことができるが、熱間または温間で縮管可能であればその手段は問わない。

## 【0013】

薄肉電縫管の中空スタビライザでは、ショットピーニングにより外面部の強度向上は可能であるが、内面部にはビード等の欠陥があり、しかも内面のショット

ピーニングは製造コストが割高になることからあまり実施されない。このため、前述のように、耐久試験においては、内面部の方が外面よりも応力が低いにも拘わらず内面部が折損の起点となる場合が多くある。

## 【0014】

この点、本発明においては、縮管工程において肉厚比を18~35%にするから、内径をかなり小さくすることができる。これにより、内面部での応力が充分に軽減され、内面部に起因する寿命の低下を抑制することができる。また、本発明では、スタビライザ半製品にショットピーニングを行うので、内面部の疲労強度向上と相俟って耐久性を大幅に向上させることができる。したがって、求められる耐久性を得ることができ、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応することができる。なお、電縫管の製造では外周のビードカットは通常に行われるが、内周のビードカットも可能である。よって、求められる仕様によっては内周ビードの無い電縫管を用いることも考えられる。

## 【0015】

上記製造方法では、電縫管をスタビライザ形状に成形する成形工程を冷間で行う。この冷間成形には、ほぼ任意の形状に成形可能なNCベンダーを用いると汎用性があり、また、肉厚比が18%以上であるため、材料の扁平化を抑制できるという利点もある。材料の扁平化を確実に防止するためには、縮管後の肉厚比は20%以上が望ましく、25%以上さらには27%を上回ると一層好適である。

## 【0016】

一方、成形タクトの短縮が要求される場合には、中実スタビライザのように、加熱した電縫管を総曲げ型を用いて各加工部位を一括して曲げ成形することも検討すべきである。この場合、肉厚比が18%以上の電縫管を用いれば、総曲げ型を用いて一括曲げ成形してもあまり扁平化は生じないため、熱間での一括曲げを行うことができる。この場合においても、熱間での一括曲げ形成において確実に扁平化を防止するためには、縮管後の肉厚比を20%以上にすることが望ましく、25%以上、さらには27%を上回ると一層好適である。

## 【0017】

また、肉厚比が18%未満であっても、曲げ成形時の扁平形状が耐久性の上で問題とならない場合には、中実スタビライザと同じ成形方法を用いることができる。冷間での成形を行うか、熱間で総曲げ型を用いた成形を行うかは、生産数量が少なく専用の総曲げ型を準備するよりも多少タクトが遅くてもコスト的に有利なケースと、生産数量が多いために総曲げ型の費用の影響が少なく、加工タクトが速い方がコスト的に有利なケースとが考えられ、ケースバイケースでコスト的に有利な方法を選択することができる。

## 【0018】

以上により、本発明の他の中空スタビライザの製造方法は、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行い、縮管された電縫管をスタビライザ形状に熱間で成形する成形工程を行い、成形されたスタビライザ半製品に対して熱処理工程を行い、次いで、スタビライザ半製品にショットを投射するショットピーニングを行い、次いでスタビライザ半製品に塗装を行うことを特徴としている。

## 【0019】

ここで、縮管後の肉厚比を35%以下としているのは、35%を上回る肉厚比の中空スタビライザーでは殆ど軽量化にならないからである。この点に鑑みると、縮管後の肉厚比は30%以下が望ましく、この場合には20%以上の軽量化を達成することができる。また、本発明における熱処理は、焼入れおよび焼戻しが一般的であるが、そのような熱処理を行わずに加工後の歪取り焼鈍を行うこともできる。

## 【0020】

次に、本発明者等は、中空スタビライザの肉厚比と外面部へのショットピーニングとの関係を調査した。前述のとおり、外面部にショットピーニングを施すと、外面部よりも応力の低い内面部で疲労破壊が生じことがある。発明者等は、疲労破壊と肉厚比との関係を定量的に解析した結果、肉厚比が18%以上であれば、ショットピーニングを施した中空スタビライザにおいて外面部で疲労破壊が生じる傾向が強くなることを見い出した。

## 【0021】

本発明の中空スタビライザは、上記知見に基づいてなされたもので、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にした材料を曲げ成形され、肉厚比が18~35%とされるとともに外面部にショットピーニングがなされていることを特徴としている。

## 【0022】

上記中空スタビライザでは、外面部にショットピーニングが施されているために外面部での疲労強度が向上するとともに、肉厚比が18%以上であるため、内面部の疲労強度が外面部に対して相対的に向上し、外面部で疲労破壊が生じ易くなる。したがって、外面部にショットピーニングを施す効果がいかんなく發揮される。なお、前述した理由により、肉厚比は30%以下であることが望ましい。また、肉厚比は、20%以上が望ましく、25%以上さらには27%を上回ると一層好適である。

## 【0023】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図1および図2を参照して説明する。図1は、実施形態の中空スタビライザの製造方法を示すフローである。この製造方法では、先ず、製造する中空スタビライザの外径よりも大径の電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管し、その肉厚比( $t/D$ )を18~35%とする(S1)。次いで、所定長さに切断された電縫管を冷間加工によりスタビライザ形状に成形する(S2)。なお、この成形には例えばNCベンダーを用いることができる。また、成形の前または後に、端末にプレス成形を行う。

## 【0024】

次に、成形されたスタビライザ半製品を加熱し、それを焼入れ槽に投入して焼入れを行う(S3)。焼入れ加熱には、スタビライザ半製品の両端部を電極でクランプして通電する電気抵抗加熱が半製品の変形が少なく、また、設備費も廉価なため好適である。ただし、加熱炉による雰囲気加熱を行うことも可能である。また、焼入れ剤としては、材料の焼入れ性が高い場合には焼入れ油を用いるが、焼入れ性が低い場合には水を用い、場合によっては塩水を用いることもある。水または塩水を用いて焼入れを行う場合には、スタビライザ半製品が水蒸気に包ま

れて冷却速度が低下するので、これを焼入れ槽中で動かして水蒸気を切るのが望ましい。

#### 【0025】

次いで、スタビライザ半製品に焼戻しを行い（S4）、主としてその肩部にショットピーニングを行った後に（S5）、塗装を行って中空スタビライザとする（S6）。以上は電縫管を冷間で成形する場合の工程であるが、熱間で成形する場合には図1の右側の工程を行う。

#### 【0026】

中実スタビライザの成形では、加熱した材料の各加工部位を総曲げ型を用いて一括して曲げ成形することが行われ、この成形方法を中空スタビライザの成形に適用することができる。したがって、この成形方法を採用する場合には、先ず電縫管を加熱し（S2'）、この電縫管を総曲げ型で曲げ成形した後、焼入れ槽に投入して焼入れする（S3'）。

#### 【0027】

図2は上記のようにして製造された中空スタビライザ11に必要な部品を装着した車両用スタビライザ装置10を示す斜視図である。中空スタビライザ11は、アーム部13、14と、それらの間を連結するトーション部15とを備えている。トーション部15には、車両の車体に取り付けるためのブッシュ21が装着されている。また、アーム部13、14の先端部には、車両のホイール側に支持されるスタビライザコントロールリンク12がスタッド33によって取り付けられている。そして、中空スタビライザ11の肉厚比（t/D）は18～35%に設定されている。なお、上記車両用スタビライザ装置は、アーム部13、14を車体に、トーション部15をホイール側に取り付けることもできる。

#### 【0028】

##### 【実施例】

##### 【実施例1】

次に、具体的な製造例を示して本発明をさらに詳細に説明する。表1に線径27mmの中実スタビライザと、この中実スタビライザとほぼ同等のバネ定数を有する中空スタビライザの各諸元を示す。なお、各スタビライザは、熱処理、ショ

ットピーニングおよび塗装が施されたものである。また、各スタビライザに同じストロークの変形を与えたときの主応力を表1に併記するとともに、それらの値を図3に示す。

## 【0029】

【表1】

NO.	材料サイズ	肉厚比t/D %	ばね定数 N/mm	外面部主応力 MPa	内面部主応力 MPa
1	中実φ27	—	25.1	365	—
2	φ30.0×t3.5	11.7%	24.9	591	458
3	φ28.6×t4.7	16.4%	24.8	499	339
4	φ28.0×t5.5	19.6%	25.2	475	304
5	φ27.2×t7.5	27.6%	25.1	430	229

## 【0030】

試料No. 2は肉厚比が11.7%の薄肉管であり、試料No. 5は肉厚比が27.6%の厚肉管である。薄肉管では、厚肉管に対して内面部主応力が100%大きく、外部主応力は37.4%大きくなっている。したがって、薄肉管は、厚肉管に比べて耐久性がかなり劣ることが予想される。換言すると、耐久試験では、折損の起点が内面で生じることから、厚肉管は薄肉管と比較して耐久性が大幅に向上することが推察される。

## 【0031】

次に、図4は肉厚比が11.7%の薄肉管と肉厚比が27.6%の厚肉管の耐久試験の結果を示すものである。この耐久試験では、薄肉管の中空スタビライザは全て内面部を起点として折損し、厚肉管は全て外部を起点として折損した。また、薄肉管の中空スタビライザの耐久回数は41000～67000回であるのに対して、厚肉管の中空スタビライザの耐久回数は340000～78500回であり、薄肉管の場合のほぼ10倍の耐久回数を示している。薄肉管の中空スタビライザの内面部と厚肉管の中空スタビライザの外部の応力振幅はほぼ同じである。それにも拘わらずこのような耐久回数の差が生じていることは、薄肉管および厚肉管の中空スタビライザの耐久性の傾向を証明するものと言える。そして、このことから、肉厚比が11.7%から27.6%へと増加するに従って

耐久性が向上することが判る。

### 【0032】

#### 【実施例2】

表2に示す外径と肉厚を有する中空スタビライザと直径25mmの中実スタビライザを各9本づつ用いて耐久試験を行った。また、疲労折損の起点が中空スタビライザの内外面部のいずれで生じたかを調査するとともに、内外面に生じる最大応力の比（内面応力／外面応力）を調査し、それらの結果を表2に併記した。さらに、中実スタビライザの疲労寿命（回）に対する中空スタビライザの疲労寿命の比と質量比を算出し、それらの結果を表2に併記した。中空スタビライザのS-N線図を図5に示す。

### 【0033】

表2および図5に示すように、肉厚比が20%以上の中空スタビライザでは、折損起点が全て外面部にあり、また、10万回前後の疲労寿命を示した。肉厚比が19.2%の中空スタビライザでは、折損起点が内外面部に混在していたが疲労寿命は充分な値を示した。また、肉厚比が15.1%以下の中空スタビライザでは、折損起点が内面部にあり、疲労寿命は本発明のものよりも大幅に低下した。

### 【0034】

#### 【表2】

材料サイズ	$\phi 25.0 \times t7.5$	$\phi 25.4 \times t6.0$	$\phi 26.0 \times t5.0$	$\phi 26.5 \times t4.0$	$\phi 27.2 \times t3.5$	$\phi 25$
t/D	30.0	23.6	19.2	15.1	12.9	—
折損起点	外表面	外表面	内外表面 混在	内表面	内表面	外表面
管内外面 の応力比	0.40	0.53	0.62	0.70	0.74	—
耐久性比	1.00	1.00	0.98 (0.55)	0.25	0.14	1.00
質量比	0.78	0.64	0.54	0.43	0.36	1.00

### 【0035】

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、電縫管を熱間または温間の温度範囲で縮管して外径に対する肉厚の割合を18~35%にする縮管工程を行うので、所望の肉厚を安価な製造工程で得て求められる耐久性を得ることができ、したがって、設計の選択範囲が広く中実スタビライザから中空スタビライザへの設計変更に容易に対応することができる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の中空スタビライザの製造方法を示すフローチャートである

【図2】 (A) は本発明の実施形態の中空スタビライザを示す斜視図であり、(B) は (A) のB-B線断面図である。

【図3】 本発明の第1実施例における各試料に生じる応力を示す線図である

【図4】 本発明の第1実施例における耐久回数と応力振幅との関係を示す線図である。

【図5】 本発明の第2実施例における耐久回数と応力振幅との関係を示す線図である。

【図6】 従来の中空スタビライザの製造方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

11 中空スタビライザ

出願人履歴情報

識別番号 [000004640]

1. 変更年月日 1991年 4月 3日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地  
氏 名 日本発条株式会社